

受験番号					氏名	
------	--	--	--	--	----	--

2019 年度

理 科

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけない。
2. 出題分野、頁および選択方法は、下表のとおりである。

出題分野	頁	選 択 方 法
物 理	1～14	左の3分野のうちから2分野を選択し、 解答しなさい。
化 学	15～28	
生 物	29～48	

3. 試験開始後、頁の落丁・乱丁及び印刷不鮮明、解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 監督者の指示にしたがって解答用紙の該当欄に下記のようにそれぞれ正しく記入し、マークせよ。

① 受験番号欄

受験番号を4ケタで記入し、さらにその下のマーク欄に該当する4ケタをマークせよ。(例)受験番号0025番→

0	0	2	5
---	---	---	---

と記入。

② 氏名欄 氏名・フリガナを記入せよ。

③ 解答分野欄

解答する分野名2つを○で囲み、さらにその下のマーク欄にマークせよ。

5. 受験番号および解答する分野が正しくマークされていない場合は、採点できないことがある。
6. 解答は、解答用紙の解答欄にHB鉛筆で正確にマークせよ。


例えば

15

 と表示された問題の正答として④を選んだ場合は、次の(例)のように解答番号15の解答欄の④を濃く完全にマークせよ。薄いもの、不完全なものは解答したことはない。

(例)

解答番号	解 答 欄									
15	①	②	③	●	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

7. 解答を修正する場合は、必ず「消しゴム」であとが残らないように完全に消すこと。鉛筆の色や消しくずが残ったり、のような消し方などをした場合は、修正したことにならない。
8. 解答をそれぞれの問題に指定された数と異なる数をマークした場合は無解答とする。
9. 問題冊子の余白等は、適宜利用してよいが、どの頁も切り離してはならない。
10. 試験終了後、問題冊子および解答用紙を机の上に置き、試験監督者の指示に従い退場しなさい。

化 学

(注意) 問題文中に指定がない場合, 解答にあたって必要ならば, 次の数値および条件を用いよ。

原子量: $H = 1.01$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$,

$Cl = 35.5$, $K = 39.0$, $Ca = 40.0$

気圧: $1 \text{ atm} = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$

標準状態における気体 1 mol の体積: 22.4 L

0°C の絶対温度: $T = 273.0 \text{ K}$

気体定数: $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

気体はすべて, 理想気体としてふるまうものとする。

第1問 次の問1～5の各群の①～⑤の中には, 正しい文が一つあるか, 一つもないかのいずれかである。正しい文がある場合はその文の記号(①～⑤)を選べ。なお, ①～⑤のすべてに誤りが含まれる場合は⑥を選べ。

問 1

1

- ① 酸化物イオン O^{2-} はフッ化物イオン F^- よりも半径が大きく, マグネシウムイオン Mg^{2+} はマグネシウム原子よりも半径が大きい。
- ② ナトリウムイオン Na^+ はベリリウムイオン Be^{2+} よりも半径が大きく, 硫化物イオン S^{2-} は塩化物イオン Cl^- よりも半径が大きい。
- ③ 硫化物イオン S^{2-} はフッ化物イオン F^- よりも半径が大きく, マグネシウムイオン Mg^{2+} はカリウムイオン K^+ よりも半径が大きい。
- ④ 硫化物イオン S^{2-} は酸化物イオン O^{2-} よりも半径が大きく, マグネシウムイオン Mg^{2+} はカルシウムイオン Ca^{2+} よりも半径が大きい。
- ⑤ リチウムイオン Li^+ はリチウム原子よりも半径が大きく, フッ化物イオン F^- はフッ素原子よりも半径が大きい。
- ⑥ (①～⑤のすべてに誤りが含まれている。)

問 2 2

- ① ヨウ素溶液に硫化水素を通じると、ヨウ素が還元されてヨウ化物イオンを生じ、その塩が沈殿するため、液が白濁する。
- ② 水素化ナトリウムは水と反応して水素の単体を生じる。そして、これと同時に水酸化ナトリウムが生成する。したがって、この反応により、ナトリウム原子の酸化数は2増加する。
- ③ 二酸化炭素中の炭素原子の酸化数は、炭素原子がとりうる最大の酸化数である。
- ④ ニトロベンゼン中の窒素原子の酸化数は、窒素原子がとりうる最大の酸化数である。
- ⑤ 二酸化硫黄1分子と硫化水素1分子とから硫黄の単体が2原子生成する反応は酸化還元反応で、この反応により酸化される原子は硫黄であり、還元される原子も硫黄である。
- ⑥ (①～⑤のすべてに誤りが含まれている。)

問 3 3

- ① 混合気体中の各成分気体の分圧は、全圧に各成分気体の質量の割合をかけたものに等しい。
- ② 容積2.0 Lの容器Aと、容積6.0 Lの容器Bがコックを閉じた状態で連結されている。Aには酸素が6000 Pa、Bには窒素が2000 Paの圧力で封じ込められている。コックを開き、温度を一定に保ちながら二つの気体を混合した。こうして生成した混合気体の全圧は1500 Paである。
- ③ 同一質量の水素、窒素、および酸素がそれぞれ標準状態において占める体積の比は、分子量の比に等しい。
- ④ 標準状態で1.40 Lのヘリウムの体積は546 °C、1.00 気圧では4.20 Lとなる。
- ⑤ 圧力が一定であるとき、一定質量の気体の温度が1 K上昇すると、その体積は1/273だけ増加する。
- ⑥ (①～⑤のすべてに誤りが含まれている。)

問 4

4

- ① フェノール樹脂は、ホルムアルデヒドとフェノールの付加重合によって得られる。
- ② ポリブチレンテレフタレートは、テレフタル酸とブチレングリコールとから付加重合により得られる。
- ③ ϵ -カプロラクタムに少量の水を加えて加熱すると、環のエステル結合の部分が開いて開環重合が起こり、ナイロン6が得られる。
- ④ 酢酸ビニルを付加重合させると、ポリ酢酸ビニルが得られる。これを加水分解した繊維をビニロンという。
- ⑤ ナイロン66は、アジピン酸ジクロリドとヘキサメチレンジアミンとを共重合させると得られる。
- ⑥ (①~⑤のすべてに誤りが含まれている。)

問 5

5

- ① ガラクトースの分子式は $C_6H_{12}O_6$ で、スクロースの分子式は $C_{12}H_{24}O_{12}$ である。
- ② フルクトースの鎖状構造にはアルデヒド基が含まれるので、フルクトースはフェーリング液を還元する。
- ③ アミロペクチンを加水分解してすべて単糖に変換すると、得られる単糖の質量の総和は、もとのアミロペクチンの質量よりも大きい。グリコーゲンをすべて加水分解して単糖に変換したときに得られる単糖の質量の総和は、もとのグリコーゲンの質量よりも小さい。
- ④ フルクトースは、蜂蜜の主要な成分の一つである。一方、そのもととなる花の蜜の主成分はグルコースであり、フルクトースの割合は、遥かに少ない。この違いの原因は、ミツバチの唾液に含まれる酵素にある。
- ⑤ 水 6 mol と二酸化炭素 6 mol から、光合成によりグルコースが 1 mol 生成する。
- ⑥ (①~⑤のすべてに誤りが含まれている。)

第2問 外部と熱の出入りがない保温容器内におけるア～ウで示した3種類の実験について、次の問い(問1～6)に答えよ。ただし、容器内の液体および溶質となる固体の比熱(比熱容量)はすべて $4.18 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、水のモル沸点上昇は $5.15 \times 10^{-1} \text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ 、水のモル凝固点降下は $1.85 \text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ 、塩化カリウム(固体)の溶解熱は $-17.2 \text{ kJ}/\text{mol}$ (吸熱)で、塩化カリウムは水溶液中で完全に電離するものとする。また、容器自体および容器内の気体の比熱は無視でき、容器内の水は蒸発しないものとする。なお、実験にともなって発生する熱の量は反応温度に依存せず、熱は容器内の液体と溶質となる固体の温度変化のみに使われるものとし、容器内の液体の温度は常に均一に保たれるものとする。そして、水溶液はすべて、希薄溶液としてふるまうものとし、水酸化カリウム水溶液に塩酸を加えて得られる水溶液の体積は、元の各水溶液の体積の和に等しく、密度は $1.00 \text{ g}/\text{cm}^3$ とする。

ア. 25.0°C の $2.00 \text{ mol}/\text{L}$ 水酸化カリウム水溶液を 50.0 mL とり、同じ温度の $2.00 \text{ mol}/\text{L}$ 塩酸を加えて反応させたところ、 38.5°C の水溶液が得られた。得られた水溶液の 25.0°C における pH は 7.0 であった。

イ. 20.0°C の水 100 g に 20.0°C の塩化カリウムを 7.80 g 、完全に溶解させ、均一な水溶液とした。

ウ. 25.0°C の $1.50 \text{ mol}/\text{L}$ 水酸化カリウム水溶液を 200 mL とり、 25.0°C の $2.00 \text{ mol}/\text{L}$ 塩酸を加えて反応させたところ、水溶液の温度が 34.0°C となった。

問1 30.0°C の $1.00 \text{ mol}/\text{L}$ 水酸化カリウム水溶液 100 mL と 30.0°C の $1.00 \text{ mol}/\text{L}$ 塩酸 100 mL とが中和反応するとき発生する熱量は何 kJ か、アの実験結果をもとに計算せよ。その計算値として最も適切な数値を、次の①～⑪のうちから選べ。

- 6 kJ
- ① 1.35 ② 2.82 ③ 5.64 ④ 6.06 ⑤ 6.48 ⑥ 13.5
 ⑦ 16.1 ⑧ 28.2 ⑨ 56.5 ⑩ 58.6 ⑪ 60.6

問 2 イの実験で得られる水溶液の温度は何℃か。最も適切な数値を、次の①～⑪のうちから選べ。

°C

- ① 3.3 ② 12.4 ③ 14.9 ④ 15.7 ⑤ 16.0 ⑥ 17.3
⑦ 20.0 ⑧ 21.0 ⑨ 24.0 ⑩ 31.8 ⑪ 36.7

問 3 イの実験で得られた水溶液の温度を沸点まで上昇させるために必要な熱量は何 kJ か。最も適切な数値を、次の①～⑪のうちから選べ。

kJ

- ① 29.4 ② 34.7 ③ 36.5 ④ 37.7 ⑤ 38.1 ⑥ 38.3
⑦ 39.0 ⑧ 40.4 ⑨ 41.1 ⑩ 44.1 ⑪ 3.65×10^4

問 4 イの実験で得られた水溶液の温度を凝固点よりも 1.0 K だけ高い温度から 6.7 °C まで上昇させるために必要な熱量は何 kJ か。最も適切な数値を、次の①～⑪のうちから選べ。

kJ

- ① 2.0×10^{-1} ② 6.5×10^{-1} ③ 8.2×10^{-1} ④ 1.0
⑤ 2.7 ⑥ 3.2 ⑦ 3.4 ⑧ 3.7
⑨ 4.0 ⑩ 4.3 ⑪ 5.9

問 5 アの実験結果をふまえると、ウの実験結果を得るために必要な塩酸の体積は何 mL となるか。最も適切な数値を、次の①～⑪のうちから選べ。

mL

- ① 7.0 ② 10.5 ③ 12.5 ④ 17.5 ⑤ 21.5 ⑥ 25.0
⑦ 50.0 ⑧ 67.5 ⑨ 75.0 ⑩ 100.0 ⑪ 150.0

問 6 ウの実験で得られた水溶液の、25.0 °C における pH の値として最も適切な数値を、次の①～⑪のうちから選べ。計算に必要なならば、以下の数値を用いよ。 $\log_{10} 2 = 0.301$, $\log_{10} 3 = 0.477$, $\log_{10} 5 = 0.699$, $\log_{10} 7 = 0.845$

- ① 0.5 ② 1.5 ③ 1.8 ④ 2.3 ⑤ 7.0 ⑥ 8.7
⑦ 12.3 ⑧ 13.0 ⑨ 13.5 ⑩ 14.0 ⑪ 14.8

第3問 ある教科書によると、図1の装置を用いて、反応フラスコ内の酸化マンガ
ン(IV)に、ガスバーナーの炎で適切に加熱しながら濃塩酸を加えると、酸化マンガ
ン(IV)は塩化マンガ(II)に変化し、乾燥した塩素の単体が捕集容器内に得られる
という。この実験に関連する以下の各問(問1～8)に答えよ。

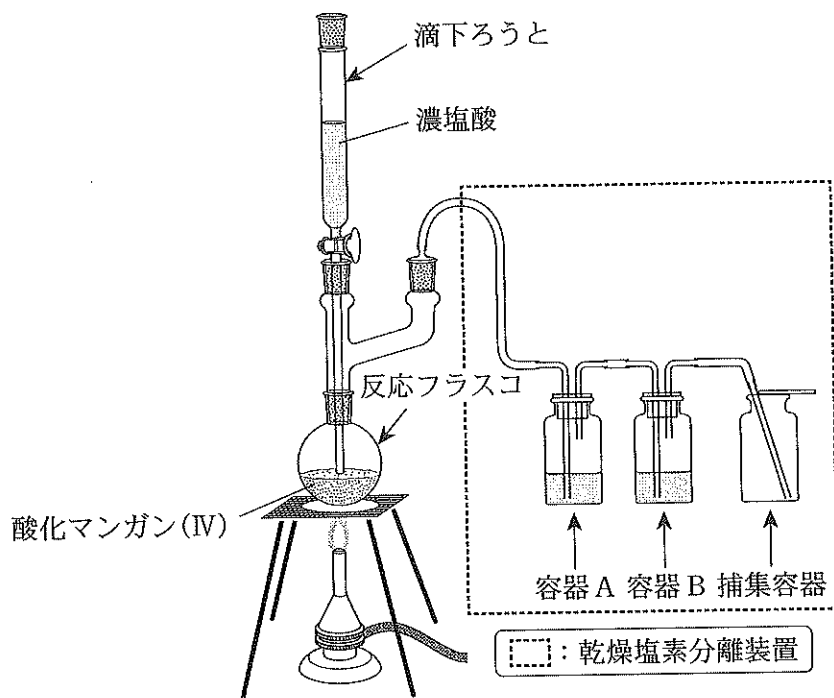


図1 乾燥塩素発生装置

問1 この装置を用いて乾燥した塩素の単体を得るために、容器Aに入れる液体
として最も適切なものを、問2の下の①～⑪のうちから選べ。

12

問2 この装置を用いて乾燥した塩素の単体を得るために、容器Bに入れる液体
として最も適切なものを、以下の①～⑪のうちから選べ。

13

12 および 13 の選択肢

- | | | |
|----------------|---------|---------------|
| ① アンモニア水 | ② エタノール | ③ 塩化カルシウム水溶液 |
| ④ 酢酸 | ⑤ 水銀 | ⑥ 水酸化ナトリウム水溶液 |
| ⑦ 炭酸水素ナトリウム水溶液 | ⑧ 濃塩酸 | ⑧ 濃塩酸 |
| ⑨ 濃硫酸 | ⑩ 飽和食塩水 | ⑩ 水 |

問 3 容器 A の中の液体と容器 B の中の液体とが入れ替わった場合、捕集容器に得られる反応生成物はどうなるか。最も適切なものを、以下の①～⑩のうちから選べ。

14

- ① 塩化水素が得られる
- ② 酸素の単体が得られる
- ③ 水素の単体が得られる
- ④ 二酸化硫黄が得られる
- ⑤ 硫化水素が得られる
- ⑥ 気体生成物が得られない
- ⑦ 塩化水素と塩素の混合物が得られる
- ⑧ 塩化水素と水(水蒸気)の混合物が得られる
- ⑨ 塩素と二酸化硫黄の混合物が得られる
- ⑩ 塩素と水(水蒸気)の混合物が得られる
- ⑪ 酸素と水(水蒸気)の混合物が得られる

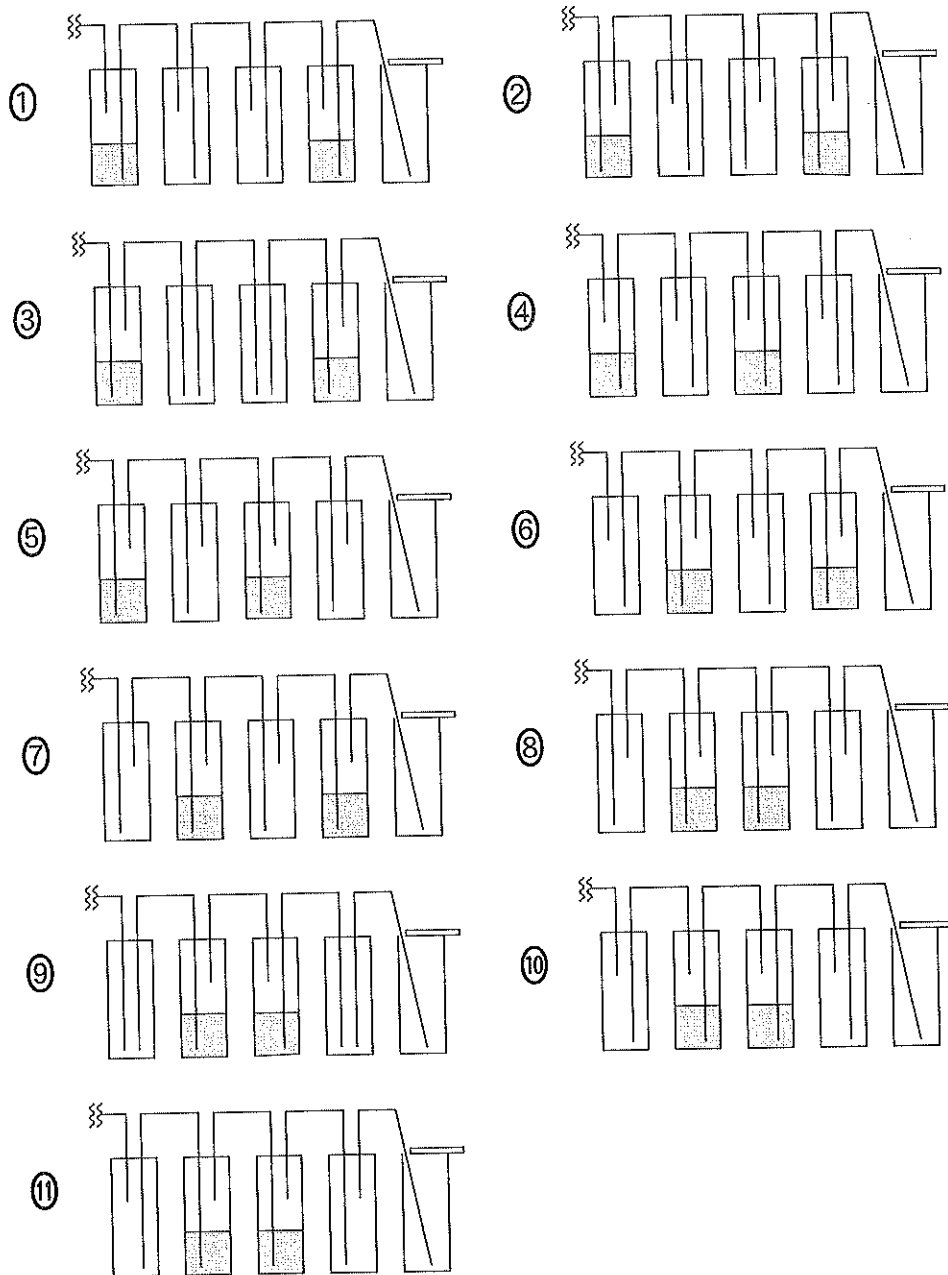
問 4 反応フラスコと容器 A との間や、容器 A と容器 B との間をつなぐ管の容積が、反応フラスコの容積や容器 A の中の液体の体積に比べて小さすぎる場合、図 1 の装置を使用して実験している途中で、もしもガスバーナーの炎が消えて反応フラスコ内の温度が低下すると、手早く適切な対応をしなければ、反応フラスコ内の圧力が低下することが原因で、望ましくない現象が起こる可能性がある。それはどのようなことか。最も適切なものを、以下の①～⑩のうちから選べ。

15

- ① 反応フラスコ内で水素が激しく発生する
- ② 反応フラスコ内で酸素が激しく発生する
- ③ 反応フラスコ内で一酸化炭素が激しく発生する
- ④ 反応フラスコ内で二酸化炭素が激しく発生する
- ⑤ 容器 A の液体が反応フラスコ内に流れ込む
- ⑥ 容器 A の液体が容器 B の中に流れ込む
- ⑦ 容器 B の液体が捕集容器の中に流れ出す
- ⑧ 容器 A の中に塩化カルシウムが析出し、管が詰まる
- ⑨ 容器 B の中に塩化カルシウムが析出し、管が詰まる
- ⑩ 容器 A の中に塩化ナトリウムが析出し、管が詰まる
- ⑪ 容器 B の中に塩化ナトリウムが析出し、管が詰まる

問 5 図 1 の右部分の □ で囲まれた部分を「乾燥塩素分離装置」と呼ぶことにする。ガスバーナーの炎が消えることにより起こる「望ましくない現象」は、問 4 で挙げた以外にも考えられる。それらをすべて防止する目的で、乾燥塩素分離装置の改善を試みた。「望ましくない現象」が最も起こりにくい「改良型乾燥塩素分離装置」として最も適切なものを、以下の①～⑾の各装置の略図のうちから一つ選べ。例えば、次ページの図 2 の右部分の □ で囲まれた部分に描かれた「改良型乾燥塩素分離装置」は、選択肢⑾の略図に対応するものとする。

16



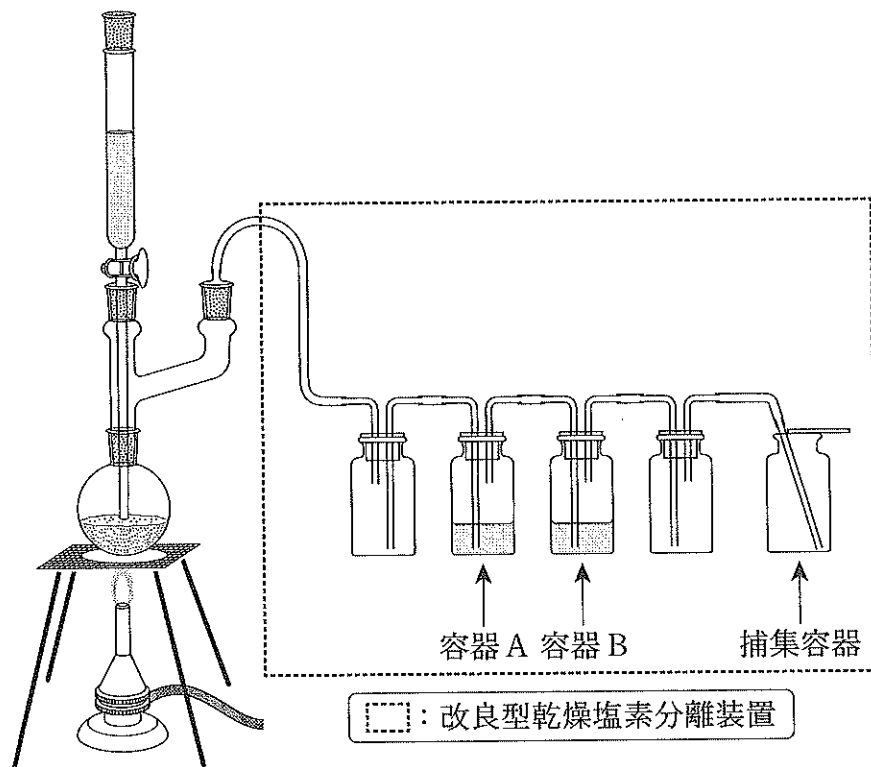


図 2 改良型乾燥塩素発生装置(11)

問 6 問 5 で選んだ正しい装置において、改良型乾燥塩素分離装置を構成する容器のうち、実験開始時に液体を入れた容器を、反応フラスコに近い側から順に容器 A および容器 B とよぶことにする(例えば、問 5 で選択肢 11 を選んだ場合は、各容器の名前は図 2 の通りとなる)。

このとき、実験終了時において、容器 A 中の溶液に含まれる溶質のうち、物質量が最も多いものを、①～⑪のうちから選べ。ただし、実験開始時に容器 A に入れた物質の主成分と同じ物質は溶媒と考えよ。

17

- | | | |
|-------------|-------------|----------|
| ① 塩化水素(塩酸) | ② 塩化ナトリウム | ③ 塩化カリウム |
| ④ 塩化マンガン(Ⅱ) | ⑤ 酸化マンガン(Ⅳ) | ⑥ 二酸化硫黄 |
| ⑦ 二酸化炭素 | ⑧ 水 | ⑨ 硫化水素 |
| ⑩ 硫化マンガン(Ⅱ) | ⑪ 硫酸マンガン(Ⅱ) | |

問 7 問 5 で選んだ正しい装置において、実験終了時に容器 B 中の溶液に含まれる溶質のうち、物質量が最も多いものを、①～⑪のうちから選べ。ただし、実験開始時に容器 B に入れた物質の主成分と同じ物質は溶媒と考えよ。

18

- | | | |
|-------------|-------------|----------|
| ① 塩化水素(塩酸) | ② 塩化ナトリウム | ③ 塩化カリウム |
| ④ 塩化マンガン(Ⅱ) | ⑤ 酸化マンガン(Ⅳ) | ⑥ 二酸化硫黄 |
| ⑦ 二酸化炭素 | ⑧ 水 | ⑨ 硫化水素 |
| ⑩ 硫化マンガン(Ⅱ) | ⑪ 硫酸マンガン(Ⅱ) | |

問 8 この実験において、濃塩酸以外の薬品はすべて、塩酸を完全に反応させるために十分な量、準備されているものとする。滴下ろうとから濃塩酸を合計 10.00 mL 滴下して反応させるとき、生成する塩素の単体は標準状態で何 mL となるか。最も適切な数値を、次の①～⑪のうちから選べ。ただし、濃塩酸の濃度は 12.00 mol/L とする。なお、滴下ろうとから滴下した濃塩酸のうちの一部からは、塩化水素が気化し、そのまま容器 A の方へ排出されてしまうため、目的の反応に利用される塩酸は、滴下量の 80.00 % にとどまるものとせよ。また、計算に際しては、塩素の単体は、容器 A および B に入れた液体には全く溶解も反応もしないものとせよ。

19

 mL

- | | | | | | |
|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
| ① 10 | ② 12 | ③ 24 | ④ 96 | ⑤ 120 | ⑥ 192 |
| ⑦ 430 | ⑧ 538 | ⑨ 672 | ⑩ 1075 | ⑪ 1344 | |

第4問 分子式 $C_5H_{12}O$ をもつ 8 種類の有機化合物 A~H について記述した以下の文を読み、次の問い(問1~8)に答えよ。

化合物に含まれる炭素原子を、炭⁰~炭⁴に分類する。分類記号の右肩につけられた数字は、その炭素原子に直接共有結合している炭素原子の数を表す。例えば、炭³は、その炭素原子に別の炭素原子が3個、直接共有結合しており、炭⁰は、その炭素原子には炭素原子が一つも直接共有結合していない、ということである。

A, B, E および F に含まれる炭素原子は炭¹と炭²のみである。また、C に含まれる炭素原子は炭⁰と炭¹および炭³のみである。そして、D, G および H に含まれる炭素原子は炭¹と炭²および炭³のみである。

実験ア 各化合物それぞれに、ナトリウムの単体の小片を加えたところ、C および F は反応しなかったが、A, B, D, E, G および H は反応し、気体が発生した。

実験イ 各化合物を適切な酸化剤で酸化すると、A, B, E, G および H は分子式 $C_5H_{10}O$ をもつ有機化合物に変化した。一方、その他の化合物は酸化反応を受けなかった。

実験ウ 実験イにより E から変化して得られた有機化合物 L と、G から変化して得られた有機化合物 M は、フェーリング液とともに加熱すると、赤色の酸化銅(I)の沈殿を生じた。一方、A から変化して得られた有機化合物 J と、B から変化して得られた有機化合物 K, および H から変化して得られた有機化合物 N は、同様の反応を示さなかった。

実験エ K と N はともに、ヨウ素の単体と水酸化ナトリウム水溶液を加えて温めると黄色沈殿を生じる物質だった。しかし、J, L および M は、同様の実験では黄色沈殿を生じない物質だった。

問 1 実験アの下線部の気体は何か。最も適切な物質名を、次の①～⑪のうちから選べ。

20

- ① 一酸化炭素 ② エタン ③ 塩素 ④ 酸素
⑤ 水素 ⑥ 窒素 ⑦ ナトリウムエトキシド
⑧ 二酸化硫黄 ⑨ 二酸化炭素 ⑩ メタン ⑪ 硫化水素

問 2 Mを酸化すると得られる有機化合物の分子式として最も適切なものを、次の①～⑪のうちから選べ。

21

- ① CH_4 ② CH_4O ③ $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$
④ $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ ⑤ $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ⑥ $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}$
⑦ $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2$ ⑧ $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ ⑨ $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$
⑩ $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ ⑪ $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}_2$

問 3 Nの分子式として最も適切なものを、次の①～⑪のうちから選べ。

22

- ① CH_4 ② CH_4O ③ $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$
④ $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ ⑤ $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ⑥ $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}$
⑦ $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2$ ⑧ $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ ⑨ $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$
⑩ $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ ⑪ $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}_2$

問 4 D と F の官能基による分類名(一般名)の組み合わせとして最も適切なものを、次の①～⑩のうちから選べ。

23

- | | |
|---------------|---------------|
| ① アルコールとアルコール | ② アルコールとアルデヒド |
| ③ アルコールとエーテル | ④ アルコールとエステル |
| ⑤ アルコールとカルボン酸 | ⑥ アルデヒドとエーテル |
| ⑦ アルデヒドとケトン | ⑧ エーテルとエーテル |
| ⑨ エーテルとエステル | ⑩ エーテルとケトン |
| ⑪ エーテルとカルボン酸 | |

問 5 A の構造式にあてはまるものを、右ページの①～⑩のうちから選べ。

24

問 6 C の構造式にあてはまるものを、右ページの①～⑩のうちから選べ。

25

問 7 F の構造式にあてはまるものを、右ページの①～⑩のうちから選べ。

26

問 8 A～H および J～N のいずれの構造式にもあてはまらないものをすべて、右ページの①～⑩のうちから選べ。

27

